

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Befeuchtung mindestens eines einer sauren bzw. alkalischen Matrix-Brennstoffzelle oder einer Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten.

Bei sauren oder alkalischen Brennstoffzellen entsteht beim Betrieb durch die Oxidation des Wasserstoffs Wasser. Zugleich wird durch die abströmenden Reaktanten, den Oxidator (O_2 oder Luft) und dem Brennstoff (H_2), ständig Feuchtigkeit dem Elektrolyten entzogen und aus der Brennstoffzelle ausgetragen. Die Leistungsfähigkeit einer solchen Brennstoffzelle ist jedoch sehr stark vom Wassergehalt bzw. der Konzentration des Elektrolyten abhängig. Wird zuviel Wasser aus dem Elektrolyten ausgetragen, so kann dieser bzw. die ihn haltende Matrix bzw. die hydrofilisierte Ionentauschermembran austrocknen. Dabei sinkt zunächst nur die Leistungsabgabe der Brennstoffzelle. Schließlich kann es auch zu einem Gasdurchbruch kommen, bei dem sich Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Knallgas mischen. Wird andererseits zu wenig Wasser ausgetragen, so wird die Funktion durch sinkende Elektrolytkonzentration oder Füllung der Gasräume mit Wasser gestört und die Brennstoffzelle hört allmählich auf zu arbeiten.

Während die Einstellung des optimalen Wassergehalts bei bekannten Brennstoffzellen mit zirkulierenden Elektrolyten relativ einfach ist, ist die Einstellung des Wassergehalts bei den viel kompakteren Matrix-Brennstoffzellen und erst recht bei Brennstoffzellen mit Ionentauschermembranen sehr viel aufwendiger, weil der Wassergehalt hier relativ gering ist und daher Ungleichgewichte beim Wasseraustrag schnell zu Funktionsstörungen führen.

Bei Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen ist es zur Einstellung des Wassergehalts bereits bekannt, in den Zuführungsleitungen für die Reaktanten, d. h. den Oxidator und den Brennstoff wasserbespülte Membranbefeuchter, Rohrbündelbefeuchter oder Blasenbefeuchter zu verwenden. Diesen Befeuchtern wird entionisiertes Wasser über ein eigenes Wasserversorgungssystem zugeführt. Die benötigte Verdampfungswärme wird über die Verlustwärme der Brennstoffzelle, d. h. durch das Kühlwasser der Brennstoffzelle gedeckt.

In diesem Zusammenhang ist es auch bekannt, das benötigte Wasser durch Auskondensieren aus der Abluft der Brennstoffzelle zu gewinnen. Es ist jedoch eine Eigenart einer solchen Konstruktion, daß der Kondensator voluminös ist und bei höheren Umgebungstemperaturen nur bedingt funktioniert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu vermeiden und einen Weg zu weisen, wie in möglichst einfacher und zuverlässiger Weise die Feuchtigkeit des Elektrolyten in der Brennstoffzelle eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 5 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Ansprüchen 2 bis 4 und 6 bis 10 zu entnehmen.

Dadurch, daß erfindungsgemäß mindestens ein der Brennstoffzelle jeweils zuströmender Reaktant von dem aus der Brennstoffzelle abströmenden selben Reaktanten nur durch eine semipermeable Membran getrennt ist, wird nicht nur Wärme von dem aus der Brennstoffzelle austretenden Reaktanten auf den frisch zuströmenden Reaktanten übertragen, sondern auch Wasserdampf. Dies gilt natürlich nur sofern und soweit die

Feuchte im frisch zuströmenden Reaktanten niedriger ist als in dem von der Brennstoffzelle abströmenden gleichen Reaktanten, was üblicherweise wegen der niedrigeren Temperatur des Reaktanten der Fall ist. Es ist ein besonderer Vorteil, daß der Wärme- und Feuchteübertrag umso größer ist je größer die Temperaturdifferenz bzw. die Differenz der relativen Feuchte ist.

Dadurch, daß erfindungsgemäß der Brennstoffzelle ein Befeuchter für mindestens einen Reaktanten vorschaltet ist, der mindestens zwei mittels einer semipermeablen Membran voneinander getrennte Gasräume enthält, wobei der eine Gasraum von dem zur Brennstoffzelle hinstömenden frischen Reaktanten und der andere Gasraum von dem selben aus der Brennstoffzelle ausströmenden Reaktant durchströmt wird, wird eine ebenso einfache wie effektive Konstruktion erhalten, mit der das eingangs genannte Verfahren in zuverlässiger Weise durchführbar ist.

In besonders zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann der aus der Brennstoffzelle ausströmende Reaktant längs der semipermeablen Membran gegenständig zu dem der Brennstoffzelle zuströmenden selben Reaktanten strömen. Hierdurch wird der effektivste Wasserdampf- und Wärmeübergang gewährleistet.

In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann als Reaktant Luft verwendet werden. Hierdurch wird bei allen irdischen Anwendungen das Mitführen von Sauerstoff eingespart.

Eine besonders einfache und zweckmäßige Konstruktion läßt sich erreichen, wenn in zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung die semipermeable Membran als flache, zwischen zwei strukturierte Abstandplatten eingespannte Folie ausgebildet ist. Hierdurch lassen sich mit einfachen planen Folien, die sich an den Stegen der Rillen abstützen, große Austauschoberflächen erreichen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand zweier in den Figuren dargestellte Ausführungsbeispiele erläutert:

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Brennstoffzelle mit je einem Befeuchter je Reaktant,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen auseinander gezogene Plattenförmigen Luftbefeuchter,

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine strukturierte Abstandplatte des Befeuchters der Fig. 2 und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für ein Befeuchter mit einer schlauchförmigen Membran.

Die Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine alkalische Brennstoffzelle 1 mit den Zuführungsleitungen 2, 4 für die umzusetzenden Gase bzw. Reaktanten und den Austrittsleitungen 6, 8 für die mehr oder weniger umgesetzten Gase bzw. Reaktanten sowie je eine jeweils einem Reaktanten zugeordnete Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung derselben. Im Ausführungsbeispiel sind Sauerstoff und Wasserstoff als Reaktanten vorgesehen. Es können aber ebenso gut Luft und ein wasserstoffhaltiges Gasgemisch sein. Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, umfaßt die alkalische Brennstoffzelle im Ausführungsbeispiel eine den Elektrolyten — im Ausführungsbeispiel Kalilauge — durch Kapillarkräfte haltende Matrix 14, an der auf der einen Seite eine Kathode 16 und auf der anderen Seite eine Anode 18 anliegt. Auf der der Matrix 14 abgewandten Seite dieser beiden Elektroden 16, 18 ist je ein Gasraum 20, 22 vorgesehen und auf der den Elektroden abgewandten Seite dieses Gasraums ist je ein Heiz Kühl-Element 24, 26 angedeutet. Die Matrix 14 besteht im Ausführungsbeispiel aus ei-

nem mit Kalilauge getränkten Asbestpapier. Die Anode 18 wie auch die Kathode 16 bestehen im Ausführungsbeispiel aus einer porösen Platinschicht. Anstelle der Matrix 14 kann auch zwischen den beiden Elektroden 16, 18 eine Ionenaustauscherfolie mit anionischem Harz oder mit sauren Komponenten eingesetzt sein. In diesem Fall ist der Elektrolyt an der Folie gebunden und es ist außer für die Zuführung der Reaktanten lediglich für eine optimale Feuchte der Ionenaustauscherfolie zu sorgen.

Die beiden Anordnungen 10, 12 zur Befeuchtung der beiden Reaktanten sind für beide Reaktanten gleich ausgeführt. Sie bestehen gemäß der schematischen Darstellung der Fig. 1 aus einem Gasraum 30, 32 für den zuzuführenden frischen Reaktanten und ein direkt anschließenden zweiten Gasraum 34, 36 für den aus der Brennstoffzelle 1 ausströmenden Reaktanten, wobei beide Gasräume einer jeden Anordnung durch eine dünne permeable Membran 38, 40 voneinander getrennt sind. Wie aus der Fig. 1 weiterhin zu entnehmen ist, ist in den Gaszuführungsleitungen 2, 4 für die beiden Reaktanten — im Ausführungsbeispiel Sauerstoff und Wasserstoff — je ein Gasverdichter 42, 44 angeschlossen.

Beim Betrieb der Brennstoffzelle 1 wird jeder der beiden Reaktanten über den zugehörigen Gasverdichter 42, 44 in den Gasraum 30, 32 der diesem Reaktanten zugeordneten Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung des Reaktanten gedrückt und strömt dort entlang der semipermeablen Membran 38, 40 zum Ausgang dieses Gasraumes und von dort durch den entsprechenden Gasraum 20, 22 der Brennstoffzelle 1 wiederum in den gegenüberliegenden Gasraum 34, 36 derselben Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung des Reaktanten an der gegenüberliegenden Seite der semipermeablen Membran 38, 40 nach außen. Die beiden semipermeablen Membranen 38, 40 werden somit auf der einen Seite von frischen trockenen Reaktanten und auf der gegenüberliegenden Seite von dem gleichen von der Brennstoffzelle zurückströmenden heißen, mit Reaktionswasser angereicherten Reaktanten im Gegenstrom bespült. Das führt dazu, daß der frische Reaktant an der semipermeablen Membran 38, 40 von dem aus der Brennstoffzelle 1 austretenden Reaktanten aufgeheizt und zugleich befeuchtet wird. Durch diese Maßnahme wird der aus der Brennstoffzelle austretende Reaktant getrocknet und gekühlt. Dabei ist es ein großer Vorteil, daß zugleich sowohl die Überschußwärme des aus der Brennstoffzelle austretenden Reaktanten als auch sein Wasserdampfgehalt genutzt werden können. Dies erspart separate Einrichtungen zur Temperierung der der Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten. Darüber hinaus erspart es auch separate Einrichtungen zur Aufbereitung des für die Befeuchtung der Reaktanten sonst benötigten Wassers.

Die Fig. 2 und 3 zeigen ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau, einer Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung eines Reaktanten. Man erkennt in der Fig. 2, daß die Anordnung zur Befeuchtung aus abwechselnd aufeinander liegenden strukturierten Abstandsplatten, die im Ausführungsbeispiel als Rillenplatten 50, 52 dargestellt sind und semipermeablen Membranen 38, 39 besteht. Die strukturierten Abstandsplatten können beispielsweise aus Niromaterial bestehen. Sie tragen, wie die Fig. 3 zeigt, an ihren vier Ecken Durchgangsbohrungen 54, 55, 56, 57 sowie im Mittelfeld zwischen den vier Durchgangsbohrungen strukturierte Felder 58. Diese können geprägt sein. Die Stützstrukturen 60 sind jeweils bis in zwei einander diametral gegenüberliegende

Durchgangsbohrungen hinein ausgeführt. Die Stützstrukturen 60 sind auf der gegenüberliegenden Seite einer jeden Abstandsplatte 50, 52 gleichermaßen ausgeführt, nur sind Verbindungskanäle 67, 68, 69 (nur drei sichtbar) zu den beiden jeweils anderen Durchgangsbohrungen als auf der gegenüberliegenden Seite hingeführt. Die oberste und unterste Abstandsplatte 50 eines jeden Stapels ist nur auf der dem Stapel zugewandten Seite mit Stützstrukturen wie bei den anderen Abstandsplatten 52 ausgeführt. Auf der dem Stapel abgewandten Seite sind diese Deckplatten 50 lediglich mit vier Anschlüssen 64, 66 (nur zwei sichtbar) für die Reaktanten ausgerüstet.

Beim Betrieb der Anordnung 10 zur Befeuchtung strömt frischer Reaktant durch die Durchtrittsbohrung 54 hindurch in die jeweiligen über die Verbindungskanäle 67, 69 angeschlossenen strukturierten Felder 58 in die jeweils diametral gegenüberliegende Durchtrittsbohrung 56 für den frischen Reaktanten ein und strömt von dort zur Brennstoffzelle 1 hin. Der aus der Brennstoffzelle austretende teilweise umgesetzte gleiche Reaktant strömt über die Durchgangsbohrung 57 in den Stapel Abstandsplatten 50, ein und über die Verbindungskanäle 68 dieser Durchgangsbohrung in die jeweiligen strukturierten Felder 58 und von diesen über die weiteren Verbindungskanäle (nicht sichtbar) in die diagonal gegenüberliegende Durchgangsbohrung 55 ein und von dort aus der Anordnung 10 zur Befeuchtung wieder heraus. Dabei strömt der verbrauchte Reaktant im Gegenstrom zum frischen Reaktanten entlang gegenüberliegender Seiten der semipermeablen Membran. Hierdurch wird ein optimaler Stoff- und Wärmeaustausch erreicht.

Die Fig. 4 zeigt eine andere Anordnung 70 zur Befeuchtung der Reaktanten. Diese besteht aus einem zylindrischen Gefäß 72, in dem die semipermeable Membran beispielsweise in Form eines Schlauches 74 spiralförmig geführt ist und über zwei Schlauchstutzen 76, 78 an ihren beiden Enden aus dem zylindrischen Gefäß 72 herausgeführt wird. Darüber hinaus enthält sowohl die Bodenplatte 80 als auch die Deckplatte 82 dieses zylindrischen Gefäßes 72 einen Austrittsstutzen 84, 86 für den jeweils anderen Reaktanten. Bei dieser Anordnung ist es vorteilhaft, wenn der frische Reaktant durch die schlauchförmige semipermeable Membran 74 geführt und der aus der Brennstoffzelle 1 austretende selbe Reaktant unmittelbar in das zylindrische Gefäß, etwa durch die Bodenplatte 80 hindurch eingeführt und aus dem Austrittsstutzen 86 an der Deckplatte 82 wieder austritt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Befeuchtung mindestens eines einer sauren bzw. alkalischen Matrix-Brennstoffzelle oder einer Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten dadurch gekennzeichnet, daß der der Brennstoffzelle (1) jeweils zuströmende Reaktant von dem aus der Brennstoffzelle abströmenden selben Reaktanten nur durch eine semipermeable Membran (38, 39, 40, 74) getrennt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Brennstoffzelle (1) abströmende Reaktant längs der semipermeablen Membran (38, 39, 40) gegensinnig zu dem der Brennstoffzelle zuströmenden selben Reaktanten strömt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der eine Reaktant Luft ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Reaktant im wesentlichen Sauerstoff ist.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffzelle (1) ein Befeuchter (10, 12, 70) für mindestens einen Reaktanten vorgeschaltet ist, der mindestens zwei mittels einer semipermeablen Membran (38, 39, 40, 74) voneinander getrennte Gasräume enthält, wobei der eine Gasraum (30, 32, 74) von dem zur Brennstoffzelle hin strömenden frischen Reaktanten und der andere Gasraum (34, 36, 72) von dem selben aus der Brennstoffzelle ausströmenden Reaktanten durchströmt wird.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die semipermeable Membran (38, 39, 40) als flache, zwischen zwei strukturierte Abstandsplatten (50, 52) eingespannte Folie ausgebildet ist.

7. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die semipermeable Membran als Schlauch (74) ausgebildet ist.

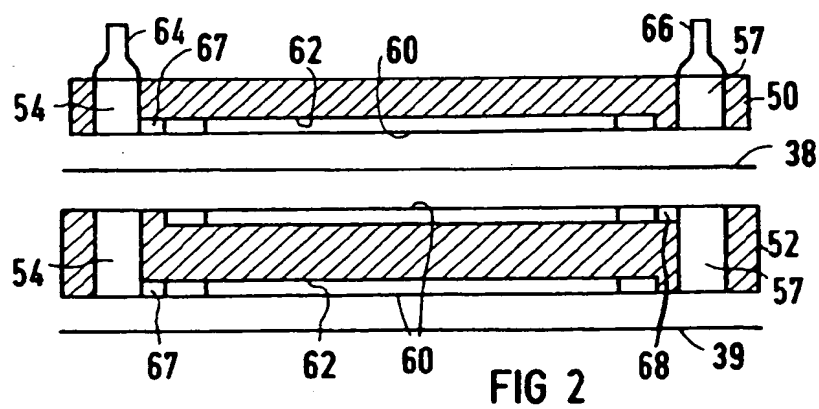
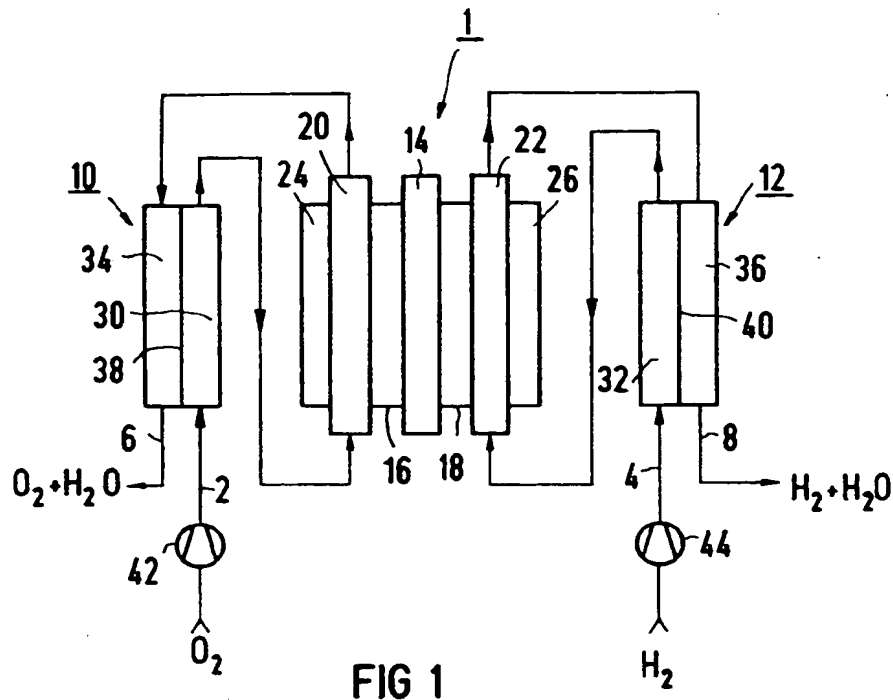
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (74) von dem der Brennstoffzelle (1) zuströmenden Reaktant durchströmt wird.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als semipermeable Membran (38, 39, 40, 74) eine polymere Elektrolyt Membran verwendet ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der der Brennstoffzelle (1) zuströmende und der von der Brennstoffzelle abströmende selbe Reaktant im Gegenstrom längs der semipermeablen Membran (38, 39, 40) geführt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY



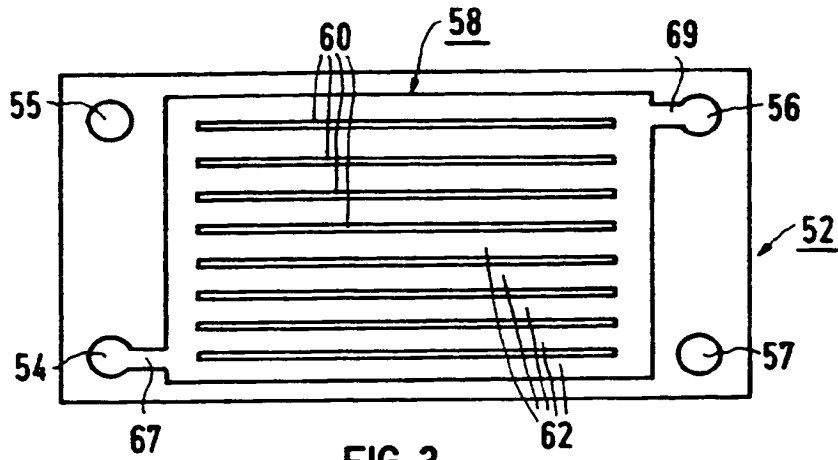


FIG 3

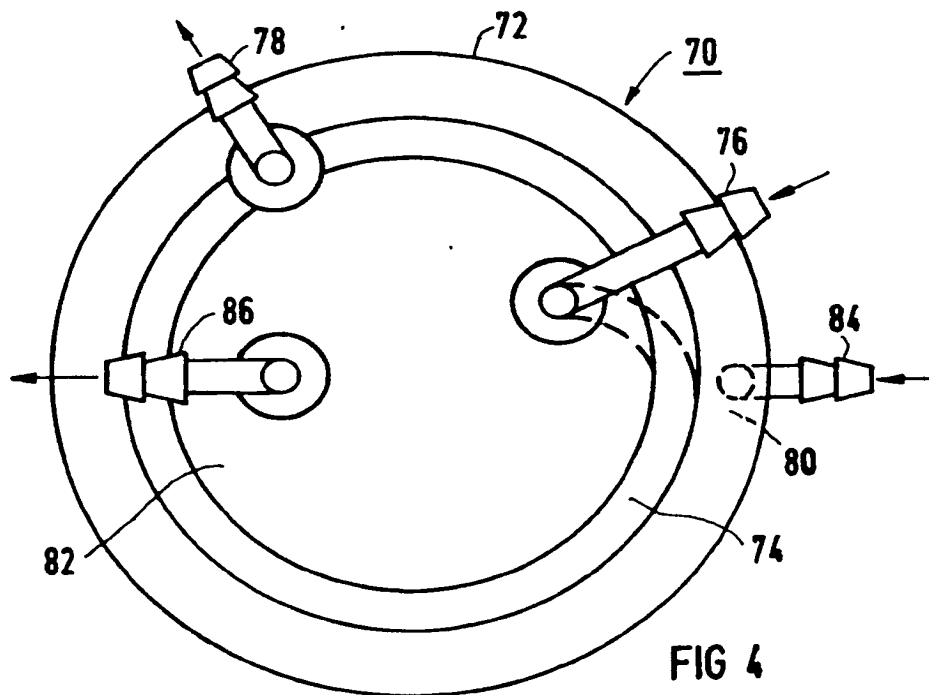


FIG 4